

PENENTUAN LOKASI GUDANG PUSAT PENYALUR LOGISTIK DAN PERALATAN PENANGGULANGAN BENCANA DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

ASEP ADANG SUPRIYADI¹, DEBBIE KEMALA SARI²,
DAN KAREL L. MANDAGIE¹

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta.

²Program Studi Teknik Industri, Universitas Trisakti, Jakarta.

ABSTRACT

Indonesia retains high level of vulnerability to natural disasters caused by its dynamic geological (plate) condition. Disaster management efforts in as seen from the performance of the apparatus and institutional disaster management and disaster risk awareness are still low. Organizing and well-planned management is highly needed, therefore that disasters would not cause prolonged impact. This requires creative and innovative thinking associated with the presence of disaster management logistics warehouse. The aim of this study is to determine the location and to design the layout of the central warehouse distributor logistics and disaster response equipment in Halim Air Force Base, East Jakarta.

Geographic Information Systems approach will be use in determining strategic location as the central warehouse distributor of disaster. The variables that significantly influence the determination of the location of the central warehouse distributor logistics and disaster response equipment are: the distance to the main roads, the distance to the apron, the distance to the taxiways and the land use as vacant land. These variables are not obtained through direct measurements in the field, but by utilizing aerial photo map. The assessment process of land on the aerial photographic map is using scoring methods and overlaying maps techniques with ArcGIS 10 application. The layout design of the logistics and disaster response equipment warehouse from land assessment results, are based on a simple straight line method with some modifications.

The results of this research is a map of location of the central distributor logistics and disaster response equipment warehouse in the western part of Indonesia, namely at Halim Air Force Base at the coordinate of 106°53'47 "BT 6°15'10" LS. The ideal total value derived from the result of calculation of location is about 23 with an area of 17 528 m². The analysis for the shortest route to the location of the warehouse is done by network analysis method. Based on the obtain of the land area extent, the recommended numbers of central distributors warehouse in the context of disaster management are two, which are special logistics warehouse and specialized equipment warehouse.

Keywords: Aerial Map, Geographic Information Systems, Simple Straight Line Method

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan kondisi geologi yang menjadi pertemuan tiga lempeng tektonik dunia yaitu lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australian, dan lempeng Pasifik (BNPB, 2013). Keadaan lempeng yang dinamis menyebabkan daerah-daerah di Indonesia memiliki tingkat kerawanan yang tinggi terhadap bencana alam. Kondisi gunung api aktif yang berjumlah sekitar 129

gunung, sewaktu-waktu dapat juga meletus dan mengakibatkan bencana (Haryo, 2015). Sifat bencana alam yang tidak pasti ini, dalam arti tidak dapat diketahui dengan pasti kapan terjadinya akan menimbulkan dampak yang merugikan bagi penduduk sekitarnya.

Bencana alam yang sering terjadi di Indonesia adalah gempa bumi, gunung meletus, banjir, kebakaran, angin topan, tanah longsor, kekeringan dan tsunami. Bencana alam tersebut silih berganti

melanda di wilayah Indonesia bagian barat, tengah dan timur, dikarenakan adanya dinamika proses pembentuk alam. Patahan Sumatera sangat mempengaruhi kondisi gunung berapi yang ada di Jawa Timur. Apabila terjadi gempa di Sumatera akan memicu aktifitas gunung api wilayah lain, karena merupakan bagian "*ring of fire*" dari Sumatera-Jawa-Bali-Nusa Tenggara- Banda-Maluku (Azlia, 2011).

Kompleksitas masalah dalam logistik kebencanaan di Indonesia terlihat dari tidak adanya integrasi dari berbagai komponen yang terlibat dan fasilitas pendukung. Salah satu fasilitas yang sangat penting dan mutlak diperlukan keberadaannya adalah gudang atau ruang penyimpanan. Gudang yang layak tentunya harus menerapkan kegiatan pergudangan, yaitu segala upaya pengelolaan gudang, termasuk penerimaan, penyimpanan, pemeliharaan, pendistribusian, pengendalian dan pelaporan logistik serta peralatan logistik agar kualitas dan kuantitas tetap terjamin.

Pada saat bencana tsunami melanda Nangroe Aceh Darussalam (NAD), pemerintah Indonesia khususnya Kementerian Sosial bekerja sama dengan Kementerian Pertahanan, Markas Besar TNI dan TNI Angkatan udara telah menetapkan Pangkalan Udara Halim Perdanakusuma menjadi penyalur logistik ke wilayah bencana tersebut. Namun dalam pelaksanaannya timbul masalah yang seharusnya tidak terjadi pada masa yang akan datang. Permasalahan tersebut adalah lokasi keberadaan gudang, jalur menuju gudang dan peletakan barang dalam gudang.

Lokasi gudang yang ada di Lanud Halim Perdanakusuma belum sesuai dengan yang diharapkan, jalur menuju gudang harus melalui jalur protokol (pintu utama) dan penempatan barang dalam gudang yang selanjutnya akan didistribusikan juga belum sesuai dengan penempatan barang di gudang yang sebenarnya. Berdasarkan pengalaman pendistribusian logistik bencana tsunami NAD, diperlukan penataan di lingkungan Lanud Halim Perdanakusuma baik lokasi gudang, jalur terpendek ataupun jalur alternatif menuju gudang dan tata letak gudang untuk menjadi gudang penyalur

serta sistem manajemen pergudangannya.

Perancangan jaringan logistik menuju gudang pusat kebencanaan dan dari gudang ke berbagai lokasi bencana perlu direalisasikan guna menata sistem logistik yang lebih baik. Dalam Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Nomor 13 Tahun 2008 tentang Pedoman Manajemen Logistik dan Peralatan Penanggulangan Bencana disebutkan bahwa faktor utama yang dapat mendukung berjalannya sistem logistik dan peralatan untuk penanggulangan bencana adalah : kemampuan infrastruktur, ketersediaan dan jumlah alat transportasi penanggulangan bencana baik secara nasional, regional, lokal maupun setempat. Efektifitas sistem logistik dan peralatan ini sangat dipengaruhi oleh sistem informasi dan pengendaliannya.

Gudang yang menjadi pusat logistik kebencanaan di wilayah Indonesia bagian barat terletak di Pangkalan Udara (Lanud) Halim Perdanakusuma, Jakarta Timur. Pada saat terjadi bencana alam berskala besar di wilayah Indonesia, gudang tersebut berfungsi sebagai pusat penerimaan bantuan logistik dari berbagai pihak, penyimpanan, pengendalian peralatan logistik dan pendistribusian secara tepat. Masalah yang timbul dalam pelaksanaannya adalah volume barang skala besar yang harus dikirimkan, ketidaksesuaian dalam distribusi logistik, kelebihan stok barang untuk kebutuhan yang tidak mendesak, kurangnya profesionalisme dan koordinasi antar pelaku penanganan bencana.

Penerapan Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan salah satu langkah yang dapat digunakan dalam menentukan lokasi strategis dan rute jalan. SIG mempunyai kemampuan yang sangat luas dalam proses analisis, sehingga teknologi tersebut sering dipakai dalam proses perencanaan tata ruang. Selain itu, pemanfaatan SIG dapat meningkatkan efisiensi waktu dan ketelitian hasil dengan berdasar pada data-data yang diperoleh.

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah: ditentukannya lokasi gudang pusat penyalur logistik sebagai

pusat penerimaan dan pengiriman logistik kebencanaan dengan sistem informasi geografis, ditentukannya jalur terpendek menuju gudang pusat penyalur logistik dan peralatan dengan sistem informasi geografis serta dilakukannya perancangan tata letak gudang pusat penyalur logistik sehingga dapat dicapai pelayanan yang optimal.

METODE

Teori lokasi adalah suatu teori yang dikembangkan untuk memperhitungkan pola lokasi kegiatan-kegiatan ekonomi termasuk di dalamnya kegiatan industri. Teori lokasi dapat didefinisikan juga sebagai ilmu yang

menyelidiki tata ruang (*spatial order*) kegiatan ekonomi. (Rifandi, 2015).

Menurut Ko (2005) dalam Christa (2009) pada jurnalnya yang berjudul *Solving A Distribution Facility Location Problem Using An Analytic Hierarchy Process Approach*, ada lima kriteria yang berpengaruh dalam suatu proses pengambilan keputusan penentuan lokasi gudang distribusi (*distribution center*) yaitu: keadaan populasi (*population status*), kondisi transportasi (*transportation conditions*), kondisi pasar (*market environments*), kondisi lokasi (*location properties*), dan biaya yang terkait (*cost related factors*). Faktor-faktor keputusan dari setiap kriteria dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel .1 Kriteria dan Faktor Keputusan Penentuan Lokasi Gudang Distribusi

No.	Kriteria	Faktor Kepuasan
1.	Keadaan populasi (<i>Population status</i>)	Jumlah populasi (<i>Population density</i>)
		Tingkat pendapatan (<i>Income trends</i>)
2.	Kondisi transportasi (<i>Transportasi conditions</i>)	Kestrategisan (<i>Attainment of favorable position</i>)
		Jumlah transportasi umum (<i>Number of public transportations</i>)
		Jumlah pejalan kaki (<i>Number of pedestrians</i>)
		Arus lalu lintas (<i>Traffic network</i>)
		Tingkat kemacetan lalu lintas (<i>Degree of traffic congestion</i>)
		Ketersediaan transportasi umum (<i>Availability of public transportations</i>)
3.	Kondisi Pasar (<i>Market environments</i>)	Jumlah toko (<i>Number of shops</i>)
		Jumlah pesaing (<i>Number of competitors</i>)
		Kedekatan dengan pesaing yang lain (<i>Proximity to other markets</i>)
4.	Kondisi lokasi (<i>Location properties</i>)	Luas fasilitas (<i>Size of facilities</i>)
		Mudah dilihat (<i>Visibility of sites</i>)
		Kedekatan dengan area parkir mobil (<i>Nearness to car parking</i>)
		Tingkat kenyamanan (<i>Convenience for access</i>)
5.	Biaya yang terkait (<i>Cost-related factors</i>)	Biaya tanah (<i>Cost of land</i>)
		Pajak (<i>Tax structure</i>)
		Biaya perawatan dan biaya keperluan (<i>Cost of maintenance and utilities</i>)
		Kepemilikan (<i>Legal considerations</i>)

Sumber: Ko (2005) dalam Christa (2009)

Penentuan lokasi gudang yang telah ditetapkan oleh BNPB harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti

lokasi yang bebas bencana, aksesibilitas mudah dan tingkat keamanan terjamin. Pada penelitian ini penentuan lokasi

gudang pusat penyalur melalui transportasi udara berdasarkan beberapa aspek yaitu kedekatan dengan jalan, jarak dengan taxiway, kedekatan dengan apron/parkir area pesawat udara dan tata guna lahan. Analisis dilakukan dengan teknik SIG yaitu buffer dan overlay menggunakan software ArcGis 10, sehingga dapat dihasilkan pemilihan lokasi yang sesuai untuk perencanaan pembangunan lokasi gudang.

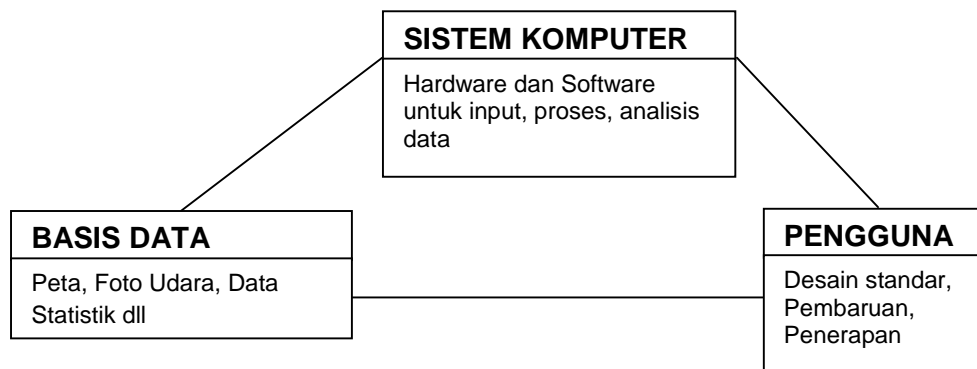
Sistem Informasi Geografis

SIG adalah suatu sistem berbasis komputer yang memiliki kemampuan dalam menangani data bereferensi geografi yaitu pemasukan data, manajemen data penyimpanan dan pemanggilan kembali), manipulasi dan analisis data, serta keluaran sebagai hasil akhir (output). Hasil akhir (output) dapat dijadikan acuan dalam pengambilan

keputusan pada masalah yang berhubungan dengan geografi (Aronoff, 1989). SIG mempunyai kemampuan untuk menghubungkan berbagai data pada suatu titik tertentu di bumi, menggabungkannya, menganalisa, dan akhirnya memetakan hasilnya.

Data yang diolah pada SIG ada dua macam yaitu: data spasial dan data non spasial (atribut). Data spasial adalah data yang berhubungan dengan kondisi geografi dan memiliki sistem koordinat tertentu.

Data spasial memiliki peran penting dalam mendukung kegiatan dan program kerja di instansi pemerintah. Hampir 90% pekerjaan di pemerintahan senantiasa terkait dengan elemen spasial atau lokasi. Komponen SIG terdiri dari sistem komputer, basis data dan pengguna yang membentuk suatu hubungan, seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Komponen SIG

Parameter yang mempengaruhi penentuan lokasi gudang logistik adalah:

- Jarak Terhadap Jalan
- Jarak Terhadap Taxiway
- Letak Terhadap Apron
- Tata Guna Lahan

Dari penilaian dengan metode *scoring* dan pembobotan tersebut maka diperoleh nilai akhir untuk mengetahui tingkatan/kelas lokasi ideal gudang logistik bencana. Penentuan interval pada setiap kelas tersebut dirumuskan sebagai berikut:

$$KI = \frac{(\text{skor tertinggi}) - (\text{skor terendah})}{\text{jumlah kelas}} \dots\dots\dots(1)$$

Untuk menganalisis rute jalur terpendek menuju gudang logistik, maka perlu dipersiapkan view jalur terpendek. Parameter yang digunakan untuk mencari jalur terpendek adalah parameter jarak (*length*). Titik stop yang digunakan sebagai acuan permulaan (*start*) dan stop sebagai acuan pemberhentian (*finish*) juga

harus dipersiapkan. Permodelan analisisnya sebagai berikut (Muslim, 2005) :

Jarak dinotasikan dengan D, dimana terdiri dari beberapa segmen jalan dari start sampai finish, sehingga notasinya adalah (D1, D2, D3,.....Dn). Segmen

ditentukan dari setiap simpangan.
Untuk menentukan total cost field

Cost Field (CF) = Jarak
Total Cost Field =

$$(D_1+D_2+D_3.....D_N) = \sum_{K=1}^N D(2)$$

Keterangan:
D = Jalur terpilih
N = Jumlah segmen

Manajemen Logistik

Logistik secara sederhana, dapat didefinisikan sebagai penyediaan suatu barang yang dibutuhkan yang pengadaannya dapat dilakukan langsung oleh pihak yang membutuhkan atau dilakukan oleh pihak lain. (Tamboen dkk, 2008). Konsep logistik berawal dari kalangan militer (Angkatan Udara Amerika Serikat), yang mendefinisikan logistik sebagai: "ilmu perencanaan dan pelaksanaan pergerakan dan pemeliharaan dari kekuatan segala aspek operasi militer yang berhubungan dengan:

- Desain dan pengembangan, akuisisi, penyimpanan, pemindahan, distribusi, pemeliharaan, evakuasi dan pembagian/penempatan material.
- Pergerakan, evakuasi dan perawatan personel.
- Akuisisi konstruksi, pemeliharaan, operasi, penempatan fasilitas.
- Akuisisi dari perlengkapan pelayanan

Orientasi utamanya adalah pada distribusi dan sistem logistik yang dapat menjamin barang sampai pada unit yang membutuhkan dalam keadaan baik. Oleh karena itu diperlukan suatu tata kelola atau manajemen logistik yang baik pula. Manajemen logistik adalah salah satu aktivitas yang unik dari suatu perusahaan dikarenakan termasuk dalam pekerjaan yang tertua tetapi juga termuda (Bowersox et al, 1986). Sedangkan dalam lingkup bencana, manajemen logistik adalah proses pengelolaan logistik penanggulangan bencana yang meliputi

dapat dimodelkan sebagai berikut :

perencanaan/inventarisasi kebutuhan, pengadaan dan/atau penerimaan, pergudangan dan/atau penyimpanan, pendistribusian, pengangkutan, penerimaan di tujuan dan penghapusan (BNPB, 2011).

Disaster Relief Operations

Undang-Undang No 24 Tahun 2007 mendefinisikan bencana sebagai peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Bencana adalah gabungan dari tiga unsur, yaitu ancaman bencana, kerentanan, dan kemampuan yang di picu oleh suatu kejadian. Bencana diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu bencana alam, bencana non-alam dan bencana sosial.

Sistem logistik dalam kaitannya dengan bencana (*Disaster Relief Operations/DRO*) adalah suatu pendekatan yang sistematis dan terpadu, terutama dalam pengelolaan material atau kebutuhan dasar dan informasi untuk menanggulangi semua kejadian bencana secara cepat, tepat, dan akurat untuk menekan korban dan kerugian yang ditimbulkan.

Proses manajemen logistik dan peralatan dalam penanggulangan bencana meliputi beberapa tahapan yang terdiri dari: Perencanaan/Inventarisasi Kebutuhan, Pengadaan dan/atau Penerimaan, Pergudangan dan/atau

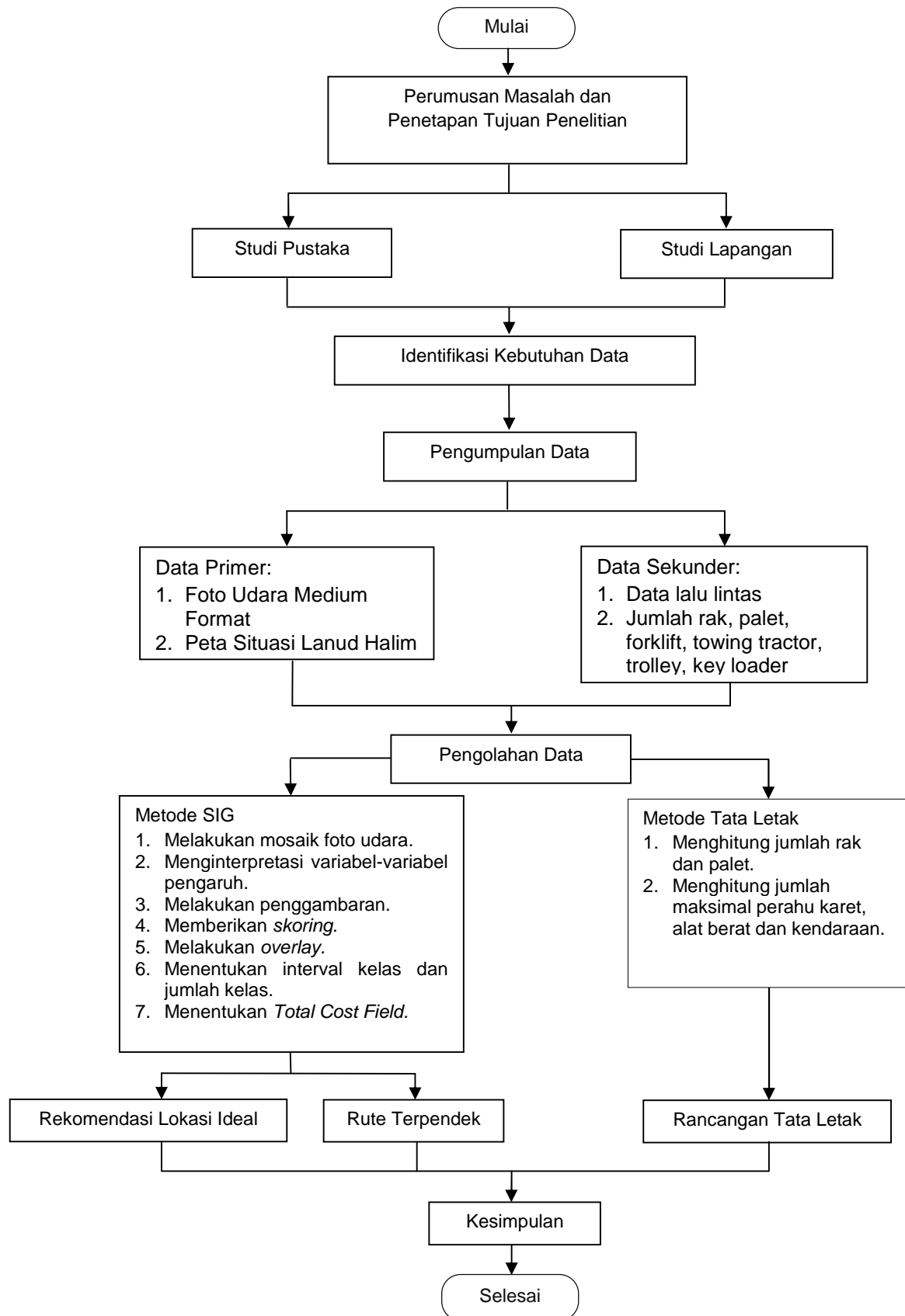
Penyimpanan, Pendistribusian, Pengangkutan, Penerimaan di tujuan, Penghapusan dan Pertanggungjawaban. Penelitian ini lebih menitikberatkan pada aktivitas pergudangan dan penyimpanan, dimulai dari data penerimaan logistik dan peralatan yang diserahkan kepada unit pergudangan dan penyimpanan disertai dengan berita acara penerimaan dan bukti penerimaan logistik dan peralatan pada waktu itu. Pencatatan data penerimaan antara lain: jenis barang logistik dan peralatan apa saja yang dimasukkan ke dalam gudang, berapa jumlahnya, bagaimana keadaannya, siapa yang menyerahkan, siapa yang menerima, cara penyimpanan menggunakan metode barang yang masuk terdahulu dikeluarkan pertama kali (*first-in first-out*) dan atau menggunakan metode *last-in first-out* (Peraturan Kepala BNPB Nomor 13 Tahun 2008).

Pengelolaan Logistik

Whybark (2007) menjelaskan tentang karakteristik utama yang harus

diperhatikan dalam mengelola logistik, yaitu:

- a. Penerimaan (*acquisition*). Dalam sistem logistik bencana, terdapat dua aspek penerimaan, yaitu penerimaan dan penyimpanan barang kebutuhan guna antisipasi bencana.
- b. Penyimpanan/gudang (*storage*). Jumlah tempat penyimpanan/gudang harus disesuaikan dengan kebutuhan, memiliki kemudahan akses suplai barang dari titik asal ke titik konsumsi, dan mempunyai sistem keamanan yang baik.
- c. Distribusi (*distribution*). Pada saat terjadi bencana, proses distribusi dimulai dengan mengirimkan barang bantuan ke daerah terdampak bencana sebagai antisipasi terhadap permintaan korban bencana yang belum diketahui secara pasti. Proses distribusi menggunakan sistem *pull* yaitu pemenuhan barang bantuan dilakukan sebagai respon atas permintaan korban bencana.



Gambar 2. Kerangka Pemecahan Masalah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah lokasi ideal gudang logistik kebencanaan di wilayah Lanud Halim Perdanakusuma yang telah melalui proses penilaian lahan dengan metode pengharkatan (*scoring*). Pengolahan data untuk menilai kondisi lahan dilakukan dengan teknik tumpang susun peta (*overlay*) dan *buffering*. Rancangan tata letak gudang logistik kebencanaan hasil penilaian lahan, dibuat berdasarkan metode arus garis lurus sederhana yang telah dimodifikasi.

Wilayah Penelitian

Penelitian ini mengambil lokasi di Pangkalan TNI AU Halim Perdanakusuma yang terletak pada koordinat 106°53'28,2" BT 6°15'59,79" LS dan merupakan salah satu lanud tipe A (utama) dengan fasilitas terlengkap serta memiliki landasan pacu (*runway*) sepanjang 3000 meter. Arah atau orientasi *runway* Lanud Halim Perdanakusuma adalah 06-24, yang pada penentuannya disesuaikan dengan arah angin yang bertiup di wilayah tersebut sepanjang tahun. Hal ini bertujuan agar pada waktu lepas landas dan pendaratan pesawat sesedikit mungkin terhambat oleh angin yang sewaktu-waktu datang menyilang (*crosswind*).

Lanud Halim Perdanakusuma membawahi empat skadron udara angkut dan satu skadron teknik. Dalam konteks dukungan logistik untuk kebencanaan, Skadron Udara 31 angkut berat menjadi garda terdepan TNI Angkatan Udara dalam mendistribusikan logistik ke daerah yang terkena bencana di seluruh wilayah Indonesia. Pada saat bencana tsunami di Nangroe Aceh Darussalam (NAD) dan gempa di Yogyakarta, Lanud Halim Perdanakusuma menjadi pusat penyalur distribusi bantuan bahan-bahan makanan, obat-obatan, pakaian, sukarelawan dan peralatan menggunakan pesawat-pesawat TNI AU yang ada di Skadron Udara Lanud Halim Perdanakusuma. Fakta tersebut didukung dengan kemampuan *flying hour* pesawat angkut C-130 Hercules untuk membawa bahan logistik ke NAD dalam waktu empat jam dan dapat kembali lagi ke Lanud Halim Perdanakusuma pada hari yang sama. Selain itu dengan

berbagai sarana prasarana dan fasilitas yang dimiliki sebagai lanud tipe A, Lanud Halim mampu menampung berbagai pesawat asing sebagai bagian dari pelaksanaan misi kemanusiaan internasional.

Foto Udara dan Peta Situasi

Foto udara dalam penelitian ini digunakan sebagai data primer yang telah diproses sedemikian rupa menggunakan perangkat lunak fotogrametri digital, sehingga tingkat keakuratan datanya tinggi. Fotogrametri dapat diartikan sebagai ilmu dan teknik untuk memperoleh ukuran-ukuran yang benar dan terpercaya melalui foto udara. Tingkat keakuratan data salah satunya dipengaruhi oleh proses mosaik foto yang baik, yaitu susunan foto udara yang menggambarkan keseluruhan daerah penelitian. Hasil mosaik yang baik dapat diperoleh apabila persyaratan pada daerah yang sama/bertampalan untuk foto di jalur sama minimal 60% dan untuk foto di jalur selanjutnya yang berurutan minimal 30%. Foto udara yang digunakan sebagai bahan penelitian diperoleh melalui pemotretan udara yang dilakukan oleh Dinas Survei dan Pemotretan Udara (Dissurpotrudau) pada tahun 2015, dimana kondisi pertampalan foto telah memenuhi persyaratan tersebut.

Pemotretan udara yang telah banyak dilakukan di Indonesia pada era teknologi digital menghasilkan foto berwarna, sehingga kualitas cahaya akan tampak sekali pengaruhnya terhadap perubahan warna foto. Pada foto hitam putih, kualitas cahaya itu tidak terlalu tampak perbedaannya. Kualitas cahaya matahari akan berbeda pada waktu pagi, siang dan sore hari, serta pada cuaca langit bersih dan berawan. Perubahan kuantitas cahaya matahari disebabkan antara lain : pengaruh debu atmosfer, pantulan warna langit biru dan radiasi sinar ultra violet.

Data primer lainnya adalah peta situasi yang menggambarkan suatu wilayah secara lengkap, detil dan akurat dari informasi yang ada permukaan bumi, baik dimensi horisontal maupun vertikal. Peta situasi digunakan sebagai acuan dalam penggambaran batas-batas wilayah

administrasi, sungai, jalan dan unsur alam lainnya yang tidak mengalami perubahan. Peta situasi yang digunakan dalam penelitian ini merupakan produksi Dissurpotrudau tahun 1996.

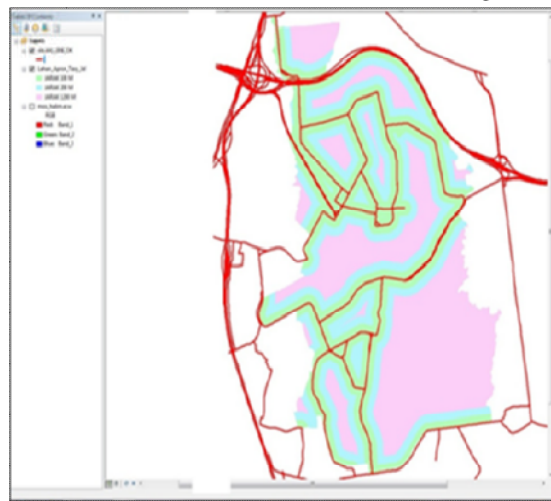
Peta ini masih tergolong akurat dan representatif dalam mendepelintikan informasi wilayah penelitian meskipun pembuatannya telah cukup lama. Hal ini dikarenakan peta yang bersifat tetap atau statis pada obyek-obyek tertentu di permukaan bumi. Dalam pembuatannya menggunakan alat survei udara, alat ukur terestrial dan perangkat lunak fotogrametri yang presisi, sehingga dapat dijadikan sebagai data primer untuk referensi

pembuatan peta atau informasi spasial lainnya.

Peta Lokasi Gudang

Proses pengolahan dan analisis data sampai menghasilkan peta sesuai tujuan penelitian dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SIG (ArcGis 10). Proses analisis spasial yang dilakukan untuk masing-masing data yaitu:

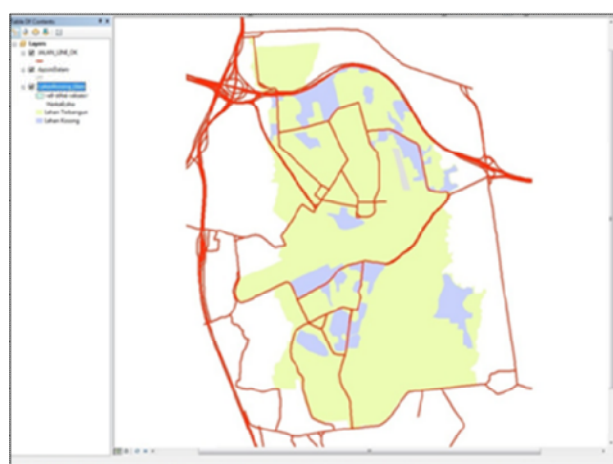
- a. Kriteria jarak dari jalan utama ditentukan dengan proses *Buffer* melalui fasilitas *Analysis Tools* → *Proximity* → *Multiple Ring Buffer*. Hasil dari proses ini digambarkan pada gambar 3.



Gambar 3. Data View Hasil Buffer Terhadap Jalan

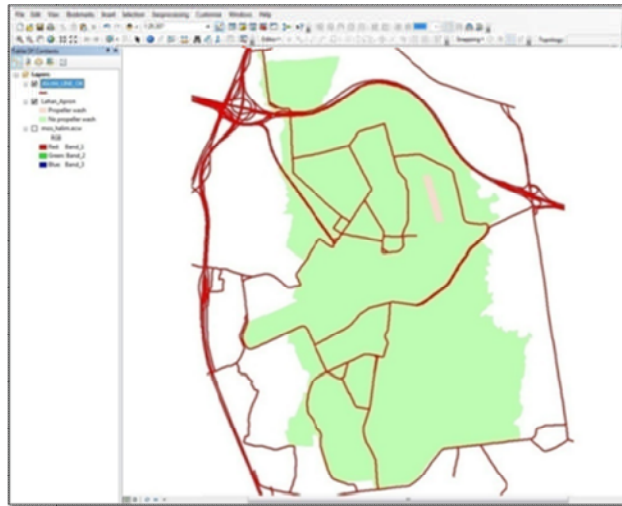
- b. Kriteria tata guna lahan ditentukan dengan proses reklasifikasi melalui fasilitas *3D Analyst Tools* → *Raster*

Reclass → *Reclassify*. Hasil dari proses ini digambarkan pada gambar 4.



Gambar 4. Data View Hasil Klasifikasi Tata Guna Lahan

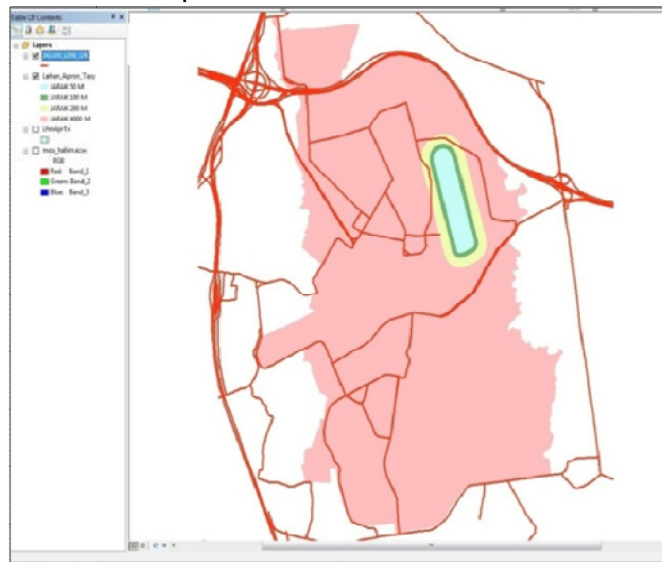
- c. Kriteria jarak terhadap apron ditentukan dengan proses *Buffer* melalui fasilitas *Analysis Tools* → *Proximity* → *Buffer*. Hasil dari proses ini digambarkan pada gambar 5.



Gambar 5. Data View Hasil Buffer Terhadap Apron

- d. Kriteria jarak terhadap taxiway ditentukan dengan proses *buffer* melalui fasilitas *Analysis Tools* → *Proximity* → *Multiple Ring Buffer*. Hasil dari proses

ini digambarkan pada gambar 6.



Gambar 6. Data View Hasil Buffer Terhadap Taxiway

Setelah keseluruhan data spasial dilakukan analisis dan diberikan bobot, kemudian dilakukan proses *overlay* dengan menggunakan fasilitas *Analyst Tools* → *Overlay* → *Union*. Hasil dari proses ini adalah peta lokasi gudang

logistik ideal yang dapat dilihat pada lampiran B.

Berdasarkan dari proses analisis SIG yang diintegrasikan dengan berbagai faktor pengaruh dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Pada hasil penilaian kriteria jarak terhadap jalan utama, jarak terhadap taxiway, letak terhadap apron dan tata guna lahan didapatkan beberapa kelas yang diharapkan dapat dijadikan acuan untuk posisi pembangunan gudang logistik. Mengacu hasil penilaian, kelas “baik” akan menjadi prioritas dalam penentuan posisi pembangunan gudang logistik. Hasil penggabungan kelas “baik” dari beberapa kriteria

tersebut akan memunculkan suatu lokasi/daerah yang benar-benar sesuai untuk pembangunan gudang logistik di Lanud Halim Perdanakusuma. Hasil yang didapatkan mengelompok disebelah utara apron D1 atau disebelah utara taxiway, sejumlah dua area yang dipisahkan oleh jalan dengan total nilai dan luasan seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai dan Luasan Lokasi Gudang

No	Tingkat Potensi	Total Nilai	Luas (m ²)
1	Baik	23	17.518
2	Baik	20	2.547

- b. Lokasi yang ideal dan direkomendasikan untuk gudang logistik bencana adalah nomor satu dengan total nilai 23 dan luas 17.528 m². Hal ini disebabkan faktor jarak terhadap jalan utama sangat dekat, jarak terhadap taxiway juga dekat, tidak berada disebelah timur apron sampai jarak 100 m dan fungsi lahan sebagai lahan kosong dengan luasan yang mendukung untuk pembangunan lokasi gudang. Faktor pendukung lainnya adalah kemudahan aksesibilitas jalan menuju lokasi dengan tanpa melalui *main gate* Lanud Halim Perdanakusuma.

Pada lokasi nomor dua faktor jarak terhadap jalan utama termasuk kategori sedang dan harus mengalihfungsikan lahan vegetasi kelompok pepohonan menjadi jalan masuk menuju lokasi gudang, sehingga akan memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Apabila lokasi kedua tetap dipilih dan dijadikan alternatif, maka faktor vegetasi akan menjadi penghambat untuk merealisasikannya. Wilayah kota membutuhkan vegetasi kelompok pepohonan untuk mengurangi eksek negatif pembangunan yang mengakibatkan degradasi lingkungan kota. Pada musim hujan, kelompok pepohonan ini bisa menampung air hujan agar tidak langsung mengalir ke tempat lebih rendah sehingga mengurangi resiko banjir. Keberadaan kelompok

pepohonan di kota juga dapat menurunkan suhu permukaan tanah, sebagai habitat satwa dan mampu menekan polusi dari daun-daunnya yang dapat menyaring debu, kotoran dan gas berbahaya lainnya. Oleh karena itu maka penghilangan fungsi kelompok pepohonan untuk dijadikan jalan masuk lokasi gudang perlu dipertimbangkan kembali.

Penentuan Rute Terpendek

Penentuan rute menuju lokasi gudang dilakukan dengan memanfaatkan analisis spasial di aplikasi SIG (ArcGis 10). Analisis spasial yang dimaksud adalah mengenai pergerakan atau perpindahan suatu sumber daya (*resources*) dari suatu lokasi ke lokasi yang lainnya, melalui unsur-unsur (terutama) buatan manusia yang membentuk jaringan yang saling terhubung satu sama lainnya, seperti sungai, jalan, pipa dan sejenisnya.

Rute atau jalur lalu lintas menuju gudang Lanud Halim Perdanakusuma yang lama harus melalui *main gate*, sehingga aksesibilitasnya menjadi tidak mudah karena kendaraan diwajibkan untuk berhenti kemudian pengemudi melapor kepada Satuan Polisi Militer guna menerangkan maksud dan tujuannya.

Penentuan jalur terpendek menuju gudang baru diproses menggunakan *Tools Network analyst* yang juga dapat dimanfaatkan untuk memecahkan masalah-masalah yang berkaitan dengan

jaringan, misalnya jaringan telekomunikasi.

Lokasi gudang pusat penyalur logistik hasil proses pengolahan data terletak di sebelah utara taxiway ataupun apron pada koordinat 106°53'47" BT 6°15'10" LS. Rute menuju lokasi gudang dapat melalui empat jalur yang berbeda dan telah dilakukan analisis rute dalam jaringan dengan hasil sebagai berikut:

- a. Jalur Utara, rute terpendek hasil proses analisis jaringan apabila bantuan dari arah utara Lanud Halim Perdanakusuma adalah Jalan Tol Dalam Kota keluar Halim→Jalan Inspeksi Saluran Kalimalang putar balik arah Halim→Jalan Trikora Raya→Jalan Manuhua Raya→Jalan Maphilindo→Jalan Dwikora Raya→Jalan Padang Golf.
- b. Jalur Barat, rute terpendek hasil proses analisis jaringan apabila bantuan dari arah barat Lanud Halim Perdanakusuma adalah Jalan Tol Dalam Kota keluar Halim→Jalan MT. Haryono→Jalan Cawang→Jalan Halim Perdanakusuma→Jalan Rajawali Baru→Jalan Jatayu→Jalan Rajawali Baru→Jalan Rajawali

Raya→Jalan Maphilindo→Jalan Dwikora Raya→Jalan Padang Golf.

- c. Jalur Timur, rute terpendek hasil proses analisis jaringan apabila bantuan dari arah timur Lanud Halim Perdanakusuma adalah Jalan Tol Cikampek keluar Pondok Gede→Jalan Jatiwaringin Raya→Jalan Radar Selatan→Jalan Padang Golf.
- d. Jalur Selatan, rute terpendek hasil proses analisis jaringan apabila bantuan dari arah Selatan Lanud Halim Perdanakusuma adalah Jalan Pondok Gede Raya→Jalan Permadi→Jalan Lapangan Golf Halim→Jalan Padang Golf.

Alternatif rute menuju lokasi gudang juga dapat dilakukan dari titik masuk utara, barat, timur dan selatan dengan jarak tempuh yang lebih jauh. Analisis terhadap rute alternatif ini tidak dilakukan dengan memanfaatkan *Tools Network Analyst*, namun dengan perhitungan *Distance* jalur secara manual menggunakan *Select by Attributes*→*Field Calculator*. Perbandingan jarak rute terpendek dan alternatif rute dari beberapa arah menuju lokasi gudang disajikan secara lengkap pada tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan jarak alternatif rute menuju gudang

No	Rute/Jalur	Tipe	Panjang (km)
1	Utara Lanud Halim P. ke gudang	Terpendek	4,016
		Alternatif 1	11,259
		Alternatif 2	11,766
2	Barat Lanud Halim P. ke gudang	Terpendek	4,464
		Alternatif	4,97
3	Timur Lanud Halim P. ke gudang	Terpendek	5,293
		Alternatif 1	9,011
		Alternatif 2	9,518
4	Selatan Lanud Halim P. ke gudang	Terpendek	5,457
		Alternatif	6,228

Gudang Lama

Gudang atau ruang penyimpanan barang di Lanud Halim Perdanakusuma dibedakan menjadi dua gudang yang terpisah, namun letaknya berdekatan. Gudang pertama atau Gudang A berfungsi sebagai gudang penerimaan barang dan

gudang kedua atau Gudang B berfungsi sebagai gudang pengiriman barang. Tata letak Gudang B dapat dilihat pada gambar 4.7. Pada saat terjadi bencana dengan skala besar di wilayah Indonesia, Gudang B sewaktu-waktu dapat berfungsi sebagai gudang penyalur logistik bencana. Gudang B menerima barang-barang

bantuan dari berbagai pihak dan selanjutnya mendistribusikan ke wilayah-

wilayah bencana.



Gambar 7. Layout Gudang B Lanud Halim Perdanakusuma

Alih fungsi Gudang B terlihat pasca tsunami NAD dan gempa Yogyakarta, yang membuat penumpukan berbagai barang bantuan dan bahkan tidak tahu datangnya dari mana, jenisnya apa serta berbagai masalah lainnya, sehingga diperlukan suatu penataan dan pengelolaan yang baik pada sistem manajemen logistik dan manajemen pergudangannya. Tata letak gudang B pada saat menerima logistik bencana yang datang dari berbagai pihak dapat dilihat pada gambar 7.

Letak Gudang B yang tidak dekat dari jalan utama cukup menyulitkan akses menuju gudang dan ditambah lagi harus melewati *main gate* yang notabene harus melalui mekanisme pelaporan kepada Satuan Polisi Militer Lanud Halim Perdanakusuma. Hal ini dapat dinilai sebagai salah satu faktor penghambat kecepatan arus penerimaan barang logistik bencana. Oleh karena itu lokasi gudang perlu diperhitungkan kembali dengan pertimbangan jarak terhadap jalan utama dekat, jarak dengan taxiway dan apron juga dekat, sehingga jalur atau titik keluar masuk barang menjadi lebih mudah dan cepat.

Gudang Baru

Lokasi yang memiliki potensi untuk dibangun sebagai gudang pusat penyalur logistik dan peralatan hasil pengolahan data dengan sistem informasi geografis terletak di Jalan Padang Golf atau

tepatnya di sebelah utara taxiway pada koordinat 106°53'47" BT 6°15'10" LS. Lokasi seluas 17.518 m² ini sesuai untuk dibangun gudang baru tanpa menimbulkan dampak terhadap lingkungan, khususnya kawasan kelompok pepohonan yang berfungsi sebagai hutan kota. Pembangunan gudang baru yang direkomendasikan sebagai berikut:

- a. Jumlah gudang yang diperlukan dua, yaitu gudang khusus logistik dan gudang khusus peralatan. Gudang logistik diperuntukkan untuk menerima, menyimpan dan mendistribusikan bahan makanan minuman, obat-obatan, pakaian dan kelengkapannya, air, jas tidur dan sebagainya. Gudang peralatan berfungsi untuk menerima, menyimpan dan mendistribusikan segala bentuk alat yang dapat dipergunakan untuk membantu pencarian, penyelamatan dan evakuasi masyarakat yang terkena bencana, membantu pemenuhan kebutuhan dasar dan untuk pemulihan segera prasarana dan sarana vital. Peralatan yang dimaksud berupa kendaraan *rescue*, ambulans, truk, mobil dapur lapangan, mobil pengolah air bersih, perahu karet, mesin perahu, tenda, genset, velbed, dan pengolahan air minum.
- b. Sarana dan fasilitas gudang yang diperlukan berupa forklift, towing tractor dan key loader dapat memanfaatkan

yang ada di gudang lama. Forklift yang ada berjumlah tiga, towing tractor dan key loader masing-masing satu. Untuk mempercepat *loading* barang ke pesawat udara jumlah towing tractor dan key loader perlu ditambahkan minimal satu. Hal ini didasarkan fakta dalam mendukung logistik bencana tsunami NAD, lebih dari satu pesawat C-130 Hercules mengangkut logistik tersebut dalam waktu yang berdekatan.

- c. Area parkir kendaraan bongkar dan muat barang perlu disediakan seluas minimal panjang 37,57 m dan lebar 10,5 m dengan pertimbangan untuk tempat parkir truk kontainer 40 feet. Ketersediaan area untuk penerimaan sementara juga harus dipersiapkan seluas minimal 67,5 m³ atau setara dengan volume truk kontainer 40 feet.
- d. Pembuatan prosedur tetap (Protap) yang mengatur tata cara kerja bagian gudang termasuk di dalamnya mencakup tentang tata cara penerimaan barang, penyimpanan, distribusi barang dan pengangkutan ke pesawat udara.
- e. Peletakan barang bantuan logistik dan peralatan di dalam gudang perlu diatur

dan ditata secara mengelompok, rapi dan sistematis menggunakan metode arus garis lurus sederhana dengan beberapa modifikasi. Tata letak gudang logistik berbeda dengan tata letak gudang peralatan penanggulangan bencana. Perbedaan yang dapat dilihat secara langsung adalah adanya ruangan pendingin yang selalu diatur suhu (8-25° C) dan kelembabannya (kelembaban relatif tidak lebih dari 60%) sebagai tempat penyimpanan obat-obatan. Pada gudang logistik diperlukan sistem rak dengan jenis rak sementara yang dapat dipindah-pindahkan untuk memberi ruang yang lebih pada area penerimaan sementara, sedangkan pada gudang peralatan tidak diperlukan adanya rak. Seluruh logistik dan peralatan penanggulangan bencana yang disimpan tidak boleh bersentuhan langsung dengan lantai, kecuali kelompok kendaraan dan alat berat untuk evakuasi korban.

Kapasitas optimal gudang untuk menampung berbagai jenis barang bantuan secara detil dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Kapasitas Optimal Gudang Logistik dan Peralatan

Nama Barang Bantuan	Dimensi						Jumlah Dalam Layout Gudang (Buah/unit/dus)
	Φ (Cm)	P (Cm)	L (Cm)	T (Cm)	Berat (Kg)	Kekuatan (Kg)	
Rak Gudang	-	270	90	600	-	2000	104
Pallet Plastik	-	120	100	15	-	3000	1.248
Toren Air Bersih	68	-	-	87	25	-	576
Air Minum Galon	26	-	-	48	19	-	4.224
Mie Instan (Kardus)	-	33	22,5	23.5	4	-	12.288
Makanan ringan lain (Kardus)	-	44.1	35.5	25	10	-	2.688
Velbed (terlipat)	-	84	10	10	7	-	3.360
Genset	-	56	42,2	42,2	34	-	960
Perahu Karet (terlipat)	-	65	25	52	11	-	672
Ambulance	-	512,5	159,1	192,5	1725	-	8
Mobil Rescue/Trail	-	508	178,5	179,5	1730	-	8
Pakaian (Kardus)	-	33	22,5	23.5	7	-	6.144
Mesin Perahu	-	50,8	20	-	69	-	672

Kapasitas gudang penyimpanan terutama ditentukan oleh jenis dan dimensi dari

sistem penyimpanannya. Peningkatan kapasitas ditunjukkan dengan

bertambahnya jumlah logistik dan peralatan penanggulangan bencana yang dapat disimpan pada beberapa alternatif. Peningkatan pelayanan TNI AU dapat ditunjukkan dengan meningkatnya kecepatan aliran barang, terutama karena adanya kemudahan peletakan, pencarian dan pengambilan logistik serta peralatan penanggulangan bencana yang selalu memperhatikan keselamatan terbang dan kerja.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- a. Sistem Informasi Geografi dapat digunakan untuk menentukan lokasi gudang dengan variabel-variabel yang berpengaruh diperoleh dari hasil interpretasi foto udara, yaitu: jarak ke jalan utama, jarak terhadap apron, jarak ke taxiway dan fungsi lahan sebagai lahan kosong.
- b. Rute terpendek menuju lokasi gudang pusat penyalur adalah dari arah Utara dengan jarak 4,016 km, melalui Jalan Tol Dalam Kota keluar Halim→Jalan Inspeksi Saluran Kalimalang putar balik arah Halim→Jalan Trikora Raya→Jalan Manuhua Raya→Jalan Maphilindo→Jalan Dwikora Raya→Jalan Padang Golf.
- c. Gudang pusat penyalur logistik penanggulangan bencana yang direkomendasikan berukuran 29 x 90 meter dengan ruang khusus obat-obatan berukuran 8 x 3 meter, jumlah rak 72 buah dan jumlah palet per baris 24 buah, yang mampu menampung air minum galon 4224 buah, mie instan 12288 dus, makanan ringan 2688 dus dan pakaian 6144 dus.
- d. Gudang pusat penyalur peralatan penanggulangan bencana yang direkomendasikan berukuran 29 x 90 meter, jumlah rak 32 buah dan jumlah palet per baris 24 buah, dengan daya tampung velbed

(terlipat) sejumlah 3360 buah, genset 960 buah, perahu karet (terlipat) 672 unit, ambulance 8 unit, mobil rescue 8 unit dan mesin perahu 672 buah.

DAFTAR PUSTAKA

- Apple, M., J., 1990, Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan (terjemahan), ITB, Bandung.
- Arikunto, Suharsimin, 1988, Metode Penelitian, CV. Genesha, Bandung.
- Aronoff, S., 1989, Remote Sensing For GIS Manager (terjemahan), Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Azlia, W., 2011, Model Penentuan Lokasi Fasilitas Gudang Kesiapsiagaan Untuk Bencana Alam Dengan Mempertimbangkan Faktor Kerentanan Wilayah, Tesis, Program Magister Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, diunduh di <http://digilib.its.ac.id/model-penentuan-lokasi-fasilitas-gudang-kesiapsiagaan-untuk-bencana-alam-dengan-mempertimbangkan-faktor-kerentanan-wilayah-14808.html> pada tanggal 10 Oktober 2015.
- Bintoro, A.,G., 2012, Pengembangan logistik bencana: pembelajaran dari penanganan bencana erupsi Merapi, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri 2012, Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti, Jakarta.
- Bowersox, D., J., 1986, Manajemen Logistik 1, Integrasi Sistem-sistem Manajemen Distribusi Fisik dan Manajemen Material, Bumi Aksara, Jakarta.
- ESRI, 1990, Understanding GIS: The Arc/Info Method Environmental System Research Institute, Redlands, CA, United State.

- Ilham, M., 2009, Perancangan Tata Letak Gudang Ekspor PT. Hadi Baru dengan Metode Shared Strage, Medan : Penelitian Mahasiswa Jurusan Teknik Industri Universitas Sumatra Utara diunduh di <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/11915/1/09E01534.pdf> pada tanggal 12 Oktober 2015.
- Muslim, A., M., 2005, Aplikasi Penentuan Rute Terbaik Berbasis Sistem Informasi Geografis, Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Dinamik Volume X, No.2, diunduh di <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=7361&val=544> pada tanggal 20 Oktober 2015.
- Prahasta, Eddy, 2010, Sistem Informasi Geografis Konsep-Konsep Dasar (Perspektif Geodesi dan Geomatika), Informatika, Bandung.
- Rifandi, Riefki, 2015, Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Dalam Penentuan Lokasi Perumahan Di Kota Depok, Naskah Publikasi, ITS, Surabaya diunduh di <http://www.academia.edu/11540790> pada tanggal 14 November 2015.
- Singarimbun, M. Dan Effendi, S., 2006, Metode Penelitian Survei, LP3ES, Jakarta.
- Tamboen, dkk., 2008, Penataan dan Pengembangan Sektor Logistik Indonesia, Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia diunduh di <http://dokumen.tips/documents/cetak-biru-logistik-indonesia.html> pada tanggal 12 Oktober 2015.
- Warman, John, 2004, Manajemen Pergudangan, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- Whybark, D., C., 2007, Issues in managing disaster relief inventories, International Journal Production Economics 108 228-235, diunduh di <http://www.academia.edu/3842190/Issu> es_in_managing_disaster_relief_inventories pada tanggal 20 Oktober 2015.
- _____, 2007, Undang undang No 24 tentang Penanggulangan Bencana, diunduh di <http://www.bnpb.go.id/uploads/migration/pubs/1.pdf> pada tanggal 15 Oktober 2015.
- _____, 2011, Indeks Rawan Bencana Indonesia, Badan Nasional Penanggulangan Becana, Jakarta, diunduh di <http://cgi.fisipol.ugm.ac.id/index.php/en/component/attachments/download/284> pada tanggal 15 Oktober 2015.
- _____, 2011, Rencana Strategis Badan Nasional Penanggulangan Becana Tahun 2010-2014, Jakarta, diunduh di <http://www.bnpb.go.id/uploads/renstra/1/renstra%202010%20s.d%202014.pdf> pada tanggal 15 Oktober 2015.
- _____, 2008, Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 13 Tahun 2008 Tentang Pedoman Manajemen Logistik dan Peralatan Penanggulangan Bencana, Jakarta, diunduh di http://www.gitews.org/tsunami-kit/en/E6/further_resources/national_level/peraturan_kepala_BNPB/Perka%20BNPB%2013-008_Pedoman%20Manajemen%20Logistik%20dan%20Peralatan%20PB.pdf pada tanggal 15 Oktober 2015.
- _____, 2004, Standar Manual Aerodrome Bagian 139, Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, Jakarta.
- _____, 2012, image of hercules C-130 RAAF, diunduh di https://www.ukmamsoba.org/obb022412_light.html pada tanggal 5 November 2015.
- _____, 2013, Gema BNPB, Vol 4 No 2, Jakarta, diunduh di <http://bnpb.go.id/uploads/migration/pubs/587.pdf> pada tanggal 10 Oktober 2015.